농촌 간이 상수도 통합관리를 위한 임베디드 CDMA 컨트롤러 개발 및 원격 모니터링 시스템 개발 사례

안비오[1], 전성기[2], 김민형[3], 이명규[4]
중소기업진흥공단[1], (주)아인스텍[2], 인덕대학[3], 경성대학교[4]

Technical report : Developement of MMI and embedded CDMA controller for waterworks management system

Pius Ahn[1], S. K. Jeon[2], M. H. Kim[3], M. K. Lee[4]
SBC[1], Eins Tech. Co. Ltd.[2], Induk Ins. of Tech.[3], Kyung Sung Univ.[4]

Abstract - This technical report provide practical waterwork management system by using CDMA telecommunication method. Local water supply unit and tude-well unit which is placed in the mountainous area could be controlled remotely by MMI monitoring system. Developed method of waterwork managing system is a newly application area of CDMA technology which include web-based control units.

Keywords : waterworks management system, embedded CDMA controller, MMI(man machine interface) system

1. 서 론

본 기술개발 사례는 경북예천 지역에 산재된 농촌지역 간이상수도 구조물의 원격 제어 및 상황 모니터링을 통한 원활한 농업용수 및 생활용수 공급을 목적으로 중소기업진흥공단 대구경북지역본부와 (주)아인스텍, (주)호범워스테크 등이 공동 개발하였다. 기존의 RF 통신방식이 산간지형에 따른 빈번한 에러발생과 구조물의 원격 모니터링에 많은 어려움이 있는 점을 해결하기 위해, CDMA 모듈 사용을 통한 임베디드 보드를 개발하고 인테넷을 통한 원격 감시 및 제어가 가능한 MMI 시스템 구축을 하였다. 개발에 사용된 언어는 C이며 컴파일러는 CodeVision AVR C Compiler를 사용하였고 CPU는 Atmega128가 쓰였다.

2. CDMA 통신을 이용한 간이 상수도 관리 시스템의 구축

2.1 CDMA 통신방식의 특징

본 기술보고서에서 활용된 CDMA 통신방식의 간략한 특징을 살펴보면 다음과 같다.

a) 대용량성 : 동일한 주파수를 많은 셀에서 사용할 수 있으며 타 방식보다 간섭이 적고 통화자가 침묵하고 있는 시간 동안 전송을 중지함으로써 아날로그 방식보다 수용 용량을 10배 이상 높일 수 있다.

b) 고품질의 서비스 제공 : 아날로그 방식에서는 다중 경로로 들어오는 신호들이 통화에 상당히 나쁜 영향을 미친다. 그러나 CDMA에서는 이러한 다중 경로 신호를 각각 분리하여 양호한 신호를 선택 사용하므로 아날로그 방식보다 품질이 우수하고 핸드오프시 통화의 절단이 없는 소프트 핸드오프 방식을 사용하므로 통신의 품질이 양호하다.

c) 보안성 : 아날로그 신호의 디지탈화에 따른 암호화, 광대역 방식에 따른 도청의 한계, 사용자 마다의 PN(Pseudo Noise) 코드 사용에 의한 암호화 등으로 인해 통화 비밀을 유지할 수 있다.

d) 고품질의 데이타 서비스 : 디지탈 방식에서는 모든 신호가 디지탈로 처리되므로 이 방식을 이용해 데이타 서비스를 하기가 쉬워진다. 특히 팩스 등의 데이타 서비스에서 통화 절단이 없으므로 데이타 서비스 등에 상당히 우수한 방식이다.

e) 이동국의 저 소비 전력, 소형 경량화 : CDMA 시스템은 인접 셀이나 섹터(Sector)에서도 같은 주파수를 사용하므로 주파수 재배치 같은 문제가 발생하지 않아 주파수 계획이 간단하다. 이에 비해 아날로그 시스템은 C/I를 18dB로 맞추어 주기 위해 인접 셀에서는 같은 주파수를 사용할 수 없어(N=7 또는 5) 주파수 계획이 복잡하다.

2.2 간이상수도 시스템

광역 및 지방상수도가 들어가지 않는 농촌 및 어촌 지역에 하천 복류수, 계곡수, 또는 지하수를 공급하는 시설을 간이급수시설이라고 하며, '간이상수도'와 '소규모급수시설' 등도 같은 표현으로 사용한다. 이 시설은 취수부(관정)와 배수지(물탱크) 설비들로 구성되며 염소소독에 의한 수질관리를 하게 된다. 간이 상수도 자동화에 적용된 기존 기술에는 압력식과 RF방식의 두 가지 방식이 있다<표1>, <표2>.

2.3 CDMA통신방식의 적용

기존 RF방식의 가장 큰 문제는 설치 위치 및 거리에 대한 제약이며 또한 이 방식은 배수지 단말기와 관정 단말기간의 통신만으로 운영하여 물 공급이 중지 되었을 때 이상 여부를 알 수 있어서 관리 및 유지 보수에 무방비한 상태이다.

<표 1> 압력식의 장단점 비교

압력식	장점	장거리에서도 수위계 1SET로 제어가 된다.(상향식 배관에서만 해당)
	단점	1. 물탱크 송수관에 볼탑을 설치하여 만수위를 체크하므로 센서 고장 시 송수관에 압력을 주어 배관 파손 및 펌프의 소손이 발생한다. 2. 저수위 감지 시 물탱크 하단부에 감지 배관을 별도 설치하므로 물탱크의 누수발생률이 증가한다. 3. 송수관의 일부가 물탱크 보다 높을 경우 설치 불가능하다. 4. 일정시간마다 동작하므로 저수위가 일정치 않으며, 갑작스런 수위변화(농촌의 특성상 명절 때 사용양이 증가)시 대처 능력이 없다. 5. 송수관에는 아무런 센서를 설정하지 않으므로 공간 확보 및 기계실 배관 확보 가 미비하다.

<표 2> RF 방식의 장단점 비교

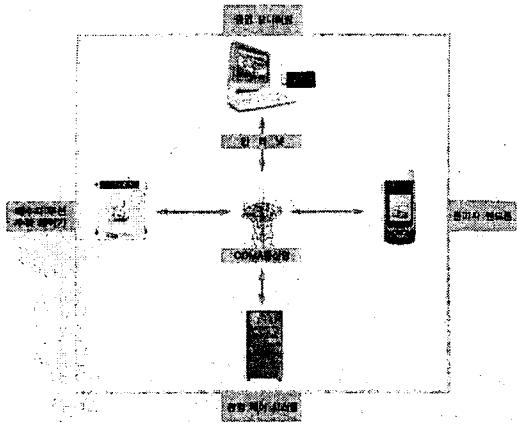
RF 방식	장점	1. 송수관로에 어떠한 압력을 주지 않고 물탱크에 수위계를 설치하여 그 신호로 전파를 이용해 제어하므로 안정적인 수위제어가 된다. 2. 물탱크 수위계에 의해 작동하므로 수위변화에 능동적으로 대처할 수 있다. 3. 물탱크 상단에 수위계 홀을 뚫어 설치하므로 감지기에 대한 누수가 전혀 없다.
	단점	1. 농업용수 제어시, 사용의 특성상 겨울철에 사용치 않으므로 인해 송수부 가동 여부 스위치 조작이 필요하다. 2. 무선수위계 고장시 단수가 될 때까지 고장 여부를 알 수 없다. 3. RF통신의 특성상 장애물이 있거나 장거리 통신에는 설치가 불가능하다. 4. RF통신을 이용한 제품은 생활 무전기 또는 업무 무전기의 제품을 불법 개조한 제품이다. (제품에 대한 인허가를 받지 않은 제품)

본 시스템은 이러한 문제를 해결하기 위해 통신 방식에 CDMA 방식을 적용하고 CDMA 방식의 장점인 고속 데이터 송수신, SMS 및 관리 서버 도입에 의한 데이터 관리를 이용하도록 하여 다양한 서비스를 제공 할 수 있다.

<그림 1>은 시스템의 전체 구성을 나타내며 시스템은 다음과 같이 3가지 장치들로 구성된다.

a. 배수지 단말기(Water-Supply Communication Unit : SCU)
배수지 단말기는 물탱크의 수위를 저저수위, 저수위, 중수위 및 고수위의 4단계로 측정하여 저수위인 경우 관정단말기에 모터 가동 명령을 전송하며 고수위인 경우 모터 정지 명령을 전송한다. 또한 저수위 미만인 경우 관리자에게 문자 메시지를 발송하여 물 공급 이상을 알린다.

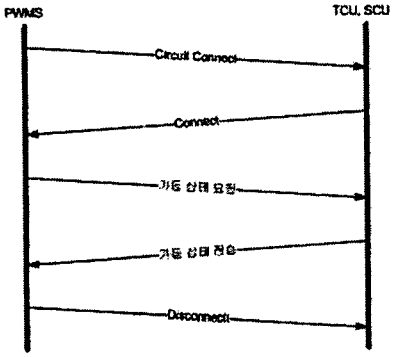
b .관정 단말기(Tube-well Communication Unit : TCU)
취수원에 설치되는 관정 제어 시스템은 모터 기동반, 약품 투입 장치 및 관정 단말기로 구성된다. 여기서 관정 단말기는 배수지 단말기의 요청에 의해 모터 기동반을 제어하며 모터 가동, 모터 과부하, 관정 수위 저하 및 약품 공급 상태를 실시간으로 감시하여 관리 서버에 전송한다. 특히 이상 발생시 관리자에게 문자 메시지를 발송함으로써 고장 시간을 최소화 할 수 있으며 이는 고장 원인이 해결 될 때까지 중복 발송 한다.



<그림 1> CDMA 통신 방식을 이용한 간이 상수도 관리 시스템 계통도

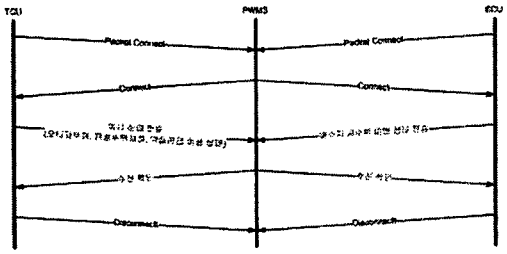
c. 통합 관리 서버(Provisional Water-supply Management Server : PWMS)
통합 관리 서버는 간이 상수도 관리 시스템의 웹 서버 및 데이터베이스 서버 기능을 담당하는 장치로서 관정 및 배수지 단말기로부터 데이터를 전송 받아 관리자가 운영 상황을 종합적으로 파악할 수 있도록 다음의 각종 기능들을 제공한다.

c-1. 가동현황 감시 기능 : 관리자가 특정 지역의 간이 상수도 가동 현황을 파악하기 위해서 통신을 개시하여 취득한 데이터를 도식화된 계통도 <그림2>에 표시한다.



<그림 2> 가동 현황 요청을 위한 서킷 방식 통신 흐름도

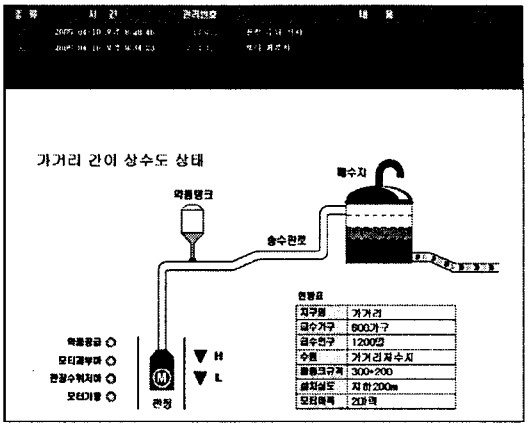
c-2. 실시간 이상 감시 기능 : 간이 상수도에서 발생된 고장 정보를 팻킷 통신 방식에 의해 실시간으로 취득하여 감시 화면 [그림4]상에 리스트 형식으로 표시함으로써 관리자가 항상 이상 상태를 인지 할 수 있다. <그림 3>는 이를 구현한 통신 흐름도이다.



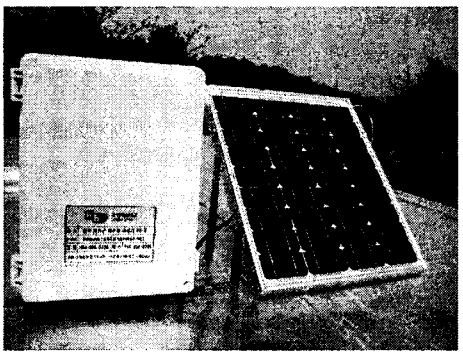
<그림 3> 이상 감시를 위한 팻킷 통신 흐름도

c-3. 보고서 및 통계 기능 : 가동 현황 데이터 저장 기능에 부가하여 '이상 발생 보고서' 및 '가동 현황 보고서' 등의 작성 기능을 제공한다. 또한 조건 검색 및 정렬 기능을 구비하여 각종 통계 자료를 추출하여 향후 시스템 유지보수에 활용할 수 있다.

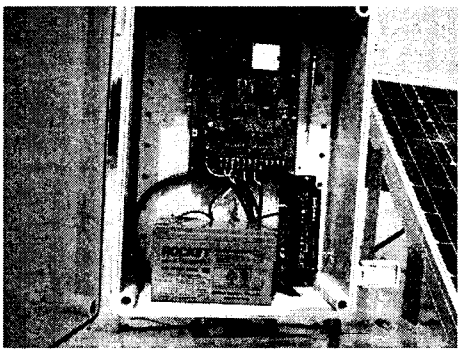
<그림4>는 인터넷 망을 통해 FTP를 이용하여 관리자 모드로 로그인 하였을 때 지정 된 각 지역의 간이 상수도 시스템을 모니터링 할 수 있도록 개발 된 일종의 MMI(man-machine interface) 시스템을 나타낸다. 따라서, 관리자는 모니터링 시스템을 통하여 배수지 물탱크의 수위, 관정의 약품공급상태, 모터과부하 여부, 관정수위 저하 여부, 모터 온-오프 컨트롤 등에 대한 모니터링 및 컨트롤을 할 수 있다.



<그림 4> 모니터링 화면



<그림 5> 관정에 설치된 통신장비와 제어시스템



<그림 6> 시스템 장치 내부

3. 결 론

본 기술보고서에서는 CDMA 통신방식을 이용한 원격지의 데이터를 수집하고, 이를 모니터링 할 수 있는 웹상의 MMI 시스템을 개발하여, 이를 통한 원격 모니터링 및 온-오프 제어가 가능한 시스템 구성을 제시하였다. 본 기술보고서에 제시된 CDMA 통신 방식을 이용한 간이 상수도 통합 관리 시스템을 보급함으로써 농어촌 지역의 고령화 및 인구 감소에 따른 간이 상수도 관리의 문제점을 해소하고 농어촌 주민의 삶의 질을 향상시키고 보다 나은 소비자 서비스를 제공 할 것으로 기대된다.